

Министерство сельского хозяйства РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Иркутский государственный аграрный университет имени А.А.  
Ежевского»

Энергетический факультет  
Кафедра энергообеспечения и теплотехники



Утверждаю  
Председатель приемной комиссии  
Иркутского ГАУ  
Н.Н. Дмитриев  
« 10 » января 2025 г.

## ПРОГРАММА ВСТУПИТЕЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ В МАГИСТРАТУРУ

Направление подготовки  
**13.04.01 ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА И ТЕПЛОТЕХНИКА**  
Программа подготовки  
«**Оптимизация топливоиспользования в энергетике**»

**Программу составил:**

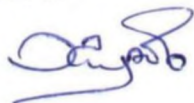
Очиров Вадим Дансарунович, заведующий кафедрой энергообеспечения и теплотехники, кандидат технических наук, доцент

Программа одобрена

на заседании кафедры энергообеспечения и теплотехники.

протокол № 1 от «26» августа 2024 г.

Заведующий кафедрой:



Очиров Вадим Дансарунович

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Цели и задачи вступительного испытания.....	4
2 Требования к результатам освоения дисциплины.....	4
3 Содержание дисциплины.....	6
4 Примерный перечень вопросов (заданий).....	10
5 Шкала и критерии оценивания вступительного испытания.....	15
6 Учебно-методическое и информационное обеспечение подготовки к вступительному испытанию по дисциплине.....	15
7 Методические рекомендации по подготовке к вступительному испытанию по дисциплине.....	16

## **1 Цели и задачи вступительного испытания**

**Целью** вступительного испытания по дисциплине «Теплоэнергетика и теплотехника» является выявление / установление / определение наиболее подготовленных и мотивированных претендентов, имеющих высокие академические результаты на предыдущем уровне образования, для поступления в магистратуру.

**Задачами** вступительного испытания являются:

- проверить уровень сформированности универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций претендента;
- определить склонности к научно-исследовательской деятельности.

## **2 Требования к результатам освоения дисциплины**

Для успешной сдачи вступительного испытания по дисциплине «Теплоэнергетика и теплотехника» абитуриент должен:

**знать:**

1. Водный режим и водное хозяйство котельной установки.
2. Выбор и расчет теплоизоляционных, механических и строительных конструкций тепловых сетей.
3. Законы и основные физико-математические модели переноса теплоты и массы применительно к теплотехническим и теплотехнологическим установкам и системам.
4. Законы сохранения и превращения энергии применительно к системам передачи и трансформации теплоты, калорические и переносные свойства веществ применительно к рабочим телам тепловых машин и теплоносителям, термодинамические процессы и циклы преобразования энергии, протекающие в теплотехнических установках.
5. Методы определения диаметров трубопроводов и расчета гидравлических режимов водяных и паровых тепловых сетей.
6. Методы расчета потребления топлив для производства тепловой энергии.
7. Методы экономии топлива и тепловой энергии.
8. Основные сведения о топливных ресурсах, происхождение, классификацию, состав и свойства топлив.
9. Основы внутрикотловых процессов.
10. Основы теплового контроля и автоматизации систем производства тепловой энергии.
11. Основы эксплуатации оборудования котельных установок.
12. Параметры и режимы систем теплоснабжения промышленных предприятий и жилищно-коммунальных объектов.
13. Принципы действия, и конструктивные разнообразия нагнетателей.
14. Принцип превращения тепловой энергии в механическую работу в тепловых двигателях.
15. Принципиальные схемы, параметры и режимы промышленных и районных котельных и заводских ТЭЦ, использующих различные виды топлива.

16. Схемы и устройства генераторов теплоты, включая паровые и водогрейные котлы, основные элементы котлоагрегатов.
17. Схемы присоединения систем теплоснабжения к тепловым сетям.
18. Теоретические основы процессов горения органических топлив.
19. Тепловые схемы установок на всех видах топлива, методы их расчета и построения.
20. Техничко-экономические показатели котельной установки.
21. Типы, назначение и принцип действия тепловых двигателей и нагнетателей.

**уметь:**

1. Выбирать рациональные схемы присоединения систем теплоснабжения в зависимости от параметров системы теплоснабжения.
2. Выполнять расчет материального и теплового баланса котла, коэффициент полезного действия котла.
3. Выполнять тепловой расчет ступени паровой турбины.
4. Определять диаметры трубопроводов, рассчитывать толщину тепловой изоляции, выбирать механические и строительные конструкции для водяных и паровых тепловых сетей.
5. Определять потребности промпредприятий и жилищно-коммунальных объектов в тепловой энергии и в топливе для теплоисточников.
6. Проводить термодинамический анализ циклов тепловых машин с целью оптимизации их рабочих характеристик и максимизации коэффициента полезного действия.
7. Произвести тепловой расчет процессов, происходящих в поршневом двигателе внутреннего сгорания.
8. Производить расчет состояния топлива в различных состояниях (массах).
9. Производить тепловой контроль работы котла.
10. Разрабатывать и рассчитывать схемы, выбирать основное и вспомогательное оборудование для котельных и ТЭЦ.
11. Разрабатывать температурные и гидравлические режимы регулирования отпуска тепловой энергии от теплоисточников.
12. Рассчитывать температурные поля (поля концентраций веществ) в потоках технологических жидкостей и газов, в элементах конструкции тепловых и теплотехнологических установок с целью интенсификации процессов тепло-массообмена, обеспечения нормального температурного режима работы элементов оборудования и минимизации потерь теплоты.
13. Рассчитывать теплообмен в топке и конвективных поверхностях котла.
14. Рассчитывать передаваемые тепловые потоки.
15. Решать типовые задачи с использованием законов термодинамики.
16. Снять характеристики насосов и вентиляторов при различных схемах их включения в сеть.
17. Составлять принципиальные схемы паротурбинных и газотурбинных установок и рассчитать их коэффициент полезного действия.

18. Способы регулирования отпуска тепловой энергии в паре и горячей воде от теплоисточников.

**владеть:**

1. Информацией об основных положениях методики технико-экономического обоснования оптимальных технических решений в системах теплоснабжения.

2. Методами оценки и способами организации осмотров их технического состояния.

3. Навыками организации ремонта и освоения нового оборудования, составления инструкций по эксплуатации и ремонту генераторов теплоты.

4. Навыками решения инженерных задач с использованием основных законов термодинамики в профессиональной деятельности.

5. Основами расчета процессов тепломассопереноса в элементах теплотехнического и теплотехнологического оборудования.

6. Основами термодинамического анализа рабочих процессов в тепловых машинах, определения параметров их работы, тепловой эффективности.

7. Основными методами теплотехнического расчёта.

8. Правилами и технологией монтажа, навыками проверки к сдаче в эксплуатацию генераторов теплоты и средств технологического оборудования.

### **3 Содержание дисциплины**

**Тема 1. Теоретические основы теплотехники.** Первое начало термодинамики. Теплота и работа. Внутренняя энергия, энтальпия, теплоемкость. Второе начало термодинамики. Цикл Карно. Энтропия. Необратимость реальных процессов. Изменение энтропии при изменении состояния термодинамической системы, характеристические функции. Эксергия. Максимальная полезная работа и работоспособность теплоты. Термодинамическое равновесие, равновесие фаз и фазовые превращения, формула Клапейрона-Клаузиуса. Капиллярное давление. Принцип смещения фаз. Свойства реальных веществ. Уравнения Ван-дер-Ваальса и Майера-Боголюбова. Термодинамика неравновесных процессов. Уравнения баланса и законы сохранения различных величин. Идеальные газы. Первый закон термодинамики. Циклы тепловых машин. Второй закон термодинамики. Термодинамические методы анализа эффективности энергетических установок. Основные термодинамические процессы. Свойства реальных веществ, водяной пар. Термодинамика газового потока. Компрессорные машины. Циклы двигателей внутреннего сгорания. Циклы газотурбинных установок. Циклы паросиловых установок. Комбинированные циклы. Циклы холодильных машин. Влажный воздух.

Дифференциальное уравнение теплопроводности, условия однозначности. Теплопроводность плоской стенки при граничных условиях I и III рода. Теплопроводность цилиндрической стенки, критический диаметр трубы. Теплопроводность при наличии внутренних источников теплоты. Регулярный режим охлаждения (нагрева) тел. Конвективный теплообмен, уравнения конвективного теплообмена. Понятия о гидродинамическом и тепловом пограничных слоях. Система уравнений пограничного слоя, критерии подобия. Теплоот-

дача при обтекании плоской поверхности. Теплоотдача при течении в трубах. Теплоотдача при обтекании пучков труб. Теплоотдача при естественной конвекции. Механизм теплообмена при пузырьковом кипении. Теплоотдача при пузырьковом кипении в большом объеме. Режимы течения и параметры двухфазного потока в трубах. Теплоотдача при кипении в трубах. Кризисы кипения. Теплообмен при пленочной конденсации пара. Теплообмен при конденсации пара внутри труб, капельная конденсация. Перенос массы вещества при диффузии, закон Фика. Дифференциальные уравнения тепломассообмена. Тепло- и массоотдача, аналогия тепло- и массопереноса, диффузионный пограничный слой. Тепломассообмен при конденсации пара из парогазовой смеси и при испарении жидкости в парогазовую среду. Природа теплового излучения, виды лучистых потоков. Законы теплового излучения. Теплообмен излучением в системе тел. Теплообмен в поглощающих и излучающих средах. Расчет теплообменных аппаратов.

**Тема 2. Гидрогазодинамика.** Основные физические свойства жидкостей и газов; общие законы и уравнения статики, кинематики и динамики жидкостей и газов. Силы, действующие в жидкостях. Абсолютный и относительный покой (равновесие) жидких сред. Модель идеальной (невязкой) жидкости. Общая интегральная форма уравнений количества движения и момента количества движения. Подобие гидромеханических процессов. Общее уравнение энергии в интегральной и дифференциальной форме. Одномерные потоки жидкостей и газов. Плоское (двумерное) движение идеальной жидкости. Уравнение движения для вязкой жидкости. Пограничный слой. Дифференциальное уравнение пограничного слоя. Сопротивление тел обтекаемых вязкой жидкостью. Сопротивления при течении жидкости в трубах. Местные сопротивления. Турбулентность и её основные статистические характеристики. Уравнения Навье-Стокса и Рейнольдса. Сверхзвуковое течение. Скачки уплотнений. Особенности двухкомпонентных и двухфазных течений. Течение жидкости при фазовом равновесии. Тепловой скачек и скачек конденсации.

**Тема 3. Энергосбережение в теплоэнергетике, теплотехнике и теплотехнологиях.** Энергосбережение и экология, нормативно-правовая и нормативно-техническая база энергосбережения, интенсивное энергосбережение, критерии энергетической оптимизации, энергосбережение при производстве и распределении тепловой энергии. Основы энергоаудита объектов промышленной теплоэнергетики и жилищно-коммунального хозяйства, экспресс-аудит, углубленное энергетическое обследование, энергетический паспорт, энергобаланс предприятия. Энергосбережение в промышленных котельных, рациональное использование в системах производства и распределения тепловой энергии. Энергосбережение в высокотемпературных технологиях, энергосбережение в системах отопления, вентиляции, горячего водоснабжения, сушильных, выпарных, ректификационных установках; энергосбережение при электроснабжении промышленных предприятий, объектов агропромышленного комплекса. Энергосберегающие мероприятия в системах освещения.

**Тема 4. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии.** Традиционные и нетрадиционные источники энергии. Запасы и ресурсы источни-

ков энергии. Динамика потребления энергоресурсов и развитие энергетического хозяйства, экологические проблемы энергетики. Физические основы процессов преобразования солнечной энергии. Типы коллекторов, принципы их действия и методы расчетов. Солнечные электростанции. Запасы энергии ветра и возможности ее использования. Типы ветроэнергетических установок. Ветроэлектростанции. Тепловой режим земной коры, источники геотермального тепла. Методы и способы использования геотермального тепла для выработки электроэнергии и в системах теплоснабжения. Экологические показатели ГеоТЭС. Энергетические установки по использованию энергии океана (использование разности температуры воды, волн, приливов, течений). Использование вторичных энергоресурсов для получения электрической энергии и теплоты. Использование и переработка отходов промышленного и сельскохозяйственного производства.

**Тема 5. Котельные установки и парогенераторы.** Общая схема, материальный, тепловой и энергетический балансы котельной установки. Энергетическое топливо и основы теории горения. Тепловая схема котла. Теплообмен и гидродинамика в элементах котла. Водный режим и качество пара. Аэродинамика газоздушного тракта. Котлы производственных технологических систем. Комбинированные энерготехнологические агрегаты. Элементы и материалы котлов. Эксплуатация котлов промышленных предприятий, перспективы развития. Количественные и качественные показатели работ котельных установок. Режимные и экономические показатели работы котельных установок. Загрязнение поверхностей нагрева котлов продуктами сгорания топлива и борьба с загрязнениями. Абразивный износ поверхностей нагрева золой и способы снижения абразивного износа. Физико-химические свойства воды. Требования, предъявляемые к котловой воде. Подготовка котловой воды на котельных. Топливное хозяйство котельных на твердом топливе. Топливное хозяйство котельных на жидком топливе. Топливное хозяйство котельных на газообразном топливе. Золоулавливание при сжигании твердых топлив. Шлакозолоудаления на ТЭС и котельных. Дымовые трубы ТЭС и котельных. Основные материалы и строительные конструкции котельных агрегатов. Питательные устройства, трубопроводы и арматура котельных установок. Контрольно-измерительные приборы и автоматика. Экономия топливно-энергетических ресурсов.

**Тема 6. Нагнетательные и тепловые двигатели.** Термодинамические процессы сжатия и расширения газов, анализ влияния начальных условий и рода газа на работу сжатия и расширения, интерпретация процессов в диаграммах состояния. Определение работы и мощности машины, понятие коэффициента полезного действия нагнетательной и расширительной машины, многоступенчатое сжатие и расширение. Классификация нагнетателей объемного действия, ротационные (винтовые, зубчатые) и поршневые нагнетатели. Поршневой компрессор, работа сжатия газа в идеальном и реальном поршневом компрессоре, работа и мощность поршневого компрессора, мертвое пространство и его влияние на производительность поршневого компрессора, предельная степень повышения давления в ступени, разделение давления между ступенями, коэффициент полезного действия компрессора. Способы регулирования производи-



тельности поршневых и винтовых компрессоров, характеристики выпускаемых компрессоров, методика определения основных размеров компрессоров. Классификация нагнетателей кинетического действия, теоретический напор центробежного нагнетателя, зависимость напора от характерных размеров ступени и частоты вращения колеса, теоретические и действительные характеристики центробежных нагнетателей. Типы насосов и вентиляторов, области их применения, особенности конструкции центробежных и осевых насосов и вентиляторов, методика выбора насосов и вентиляторов, расчет основных размеров.

**Тема 7. Источники и системы теплоснабжения предприятий.** Производственные и отопительные котельные. Назначение и классификация ТЭЦ, используемых в системах теплоснабжения. Схемы отпуска технологического пара и горячей воды от ТЭЦ. Особенности использования газотурбинных агрегатов и двигателей внутреннего сгорания для комбинированной генерации теплоты и электроэнергии. Выбор основного и вспомогательного оборудования. Коэффициент теплофикации и определение его оптимального значения. Использование пиковых водогрейных котлов. Вторичные энергоресурсы промпредприятий, используемые для генерации теплоты. Утилизационные котельные и ТЭЦ. Тепловые насосы и особенности их использования. Системы отопления, вентиляции, горячего водоснабжения предприятий. Суточные и сменные графики теплопотребления. Качественный и количественный методы отпуска теплоты в тепловых сетях. Водяные тепловые сети и температурные графики регулирования отпуска теплоты для каждого типа ее потребителей. Паровые тепловые сети и методы регулирования отпуска пара от них. Тепловые сети, их назначение, классификация. Методы определения расчетных расходов воды и пара по участкам тепловой сети. Методика гидравлического расчета тепловых сетей. Гидравлический режим работы сетей. Пьезометрические графики в тепловых сетях. Способы поддержания давления в «нейтральных» точках тепловых сетей. Выбор сетевых, подпиточных, подкачивающих и конденсатных насосов. Основы выбора трассы и способов прокладки тепловых сетей. Изоляционные конструкции теплопроводов. Определение тепловых потерь участка тепловой сети и падения температур теплоносителя по их длине.

**Тема 8. Тепломассообменное оборудование предприятий.** Основные виды и классификация тепломассообменного оборудования. Теплоносители, их свойства и характеристики. Рекуперативные теплообменники. Регенеративные теплообменники. Смесительные теплообменники. Испарительные, опреснительные, выпарные и кристаллизационные установки. Перегонные и ректификационные установки. Абсорбционные и адсорбционные установки. Сушильные установки. Тепловой баланс конвективной сушильной установки.

**Тема 9. Технологические энергоносители предприятий.** Системы производства и распределения энергоносителей на промышленных предприятиях: характеристика энергоносителей. Методика определения потребности в энергоносителях. Система воздухообеспечения. Классификация потребителей сжатого воздуха. Определение расчетной нагрузки для проектирования компрессорной станции. Система технического водоснабжения. Методика определения потребности в воде на технологические и противопожарные нужды предприятия.

Требования к качеству и параметрам технической воды. Прямоточные, оборотные и бессточные системы технического водоснабжения. Расчет и выбор основного и вспомогательного оборудования системы газоснабжения. Состав оборудования. Газовый баланс предприятия. Определение в расчетной потребности в газе. Природные искусственные и отходящие газы. Проблемы очистки, аккумулялирование, использование избыточного давления. Системы обеспечения искусственными горючими газами. Проблемы защиты окружающей среды. Системы холодоснабжения: назначение, схемы, классификация. Методика определения потребности в холоде. Технологические схемы холодильных станций их выбор и расчет. Системы обеспечения предприятий продуктами разделения воздуха. Характеристика потребителей технического и технологического кислорода, азота, аргона и других продуктов разделения. Графики и режимы потребления. Методы расчета технологических схем станций разделения и их оборудования.

**Тема 10. Эксплуатация энергооборудования и систем энергообеспечения.** Организация и эксплуатация энергопредприятий, цели и задачи, персонал энергообъектов. Прием в эксплуатацию энергооборудования после монтажа. Контроль над эффективностью работы энергооборудования. Показатели работы энергооборудования. Испытания энергооборудования, режимная карта котельного оборудования. Тепловые схемы энергооборудования и их виды. Растопка котельных агрегатов, работающих на общую паровую магистраль. Растопка котельных агрегатов, работающих в блоке в паровой турбиной. Прием и сдача смены, обслуживание энергооборудования. Аварии на ТЭС и котельных, аварийный останов котельных агрегатов. Техническое обслуживание, ремонт и консервация тепловых установок. Подготовка к зиме энергооборудования. Ремонт энергетического оборудования. Пожарная безопасность и техника безопасности при работе тепловых энергоустановок.

#### **4. Примерный перечень вопросов (заданий)**

##### **1. Какую скорость имеют дымовые газы в электрофильтрах?**

1. *0,8-1,5 м/с*
2. 2-4 м/с
3. 15-20 м/с
4. 50-75 м/с

##### **2. Назначение барабана парогенератора:**

1. Регулирование температуры пара
2. Нагрев воды
3. Нагрев влажного насыщенного пара
4. *Отделение жидкой фазы теплоносителя от газообразной*

##### **3. Чему равно абсолютное давление в открытом пресном водоеме на глубине 10 м?**

1. *199,3 кПа*
2. 196,2 МПа

3. 196,2 Па

4. 98,1 кПа

**4. По какому выражению определяется термодинамический коэффициент полезного действия ( $\eta_T$ ) цикла Дизеля:**

1.

2.

3.

4.

где  $\varepsilon$  – степень сжатия;  $k$  – показатель степени адиабаты;  $\rho$  – степень предварительного расширения;  $T$  – температура.

**5. Какое влияние оказывает применение вторичного (промежуточного) перегрева пара на паротурбинную установку?**

1. Увеличивает удельный расход пара на выработку электроэнергии

2. Понижает коэффициент полезного действия котельного агрегата

3. *Уменьшает влажность пара на последних ступенях турбины*

4. Позволяет увеличить размеры лопаток последних ступеней турбины

**6. Какое топливо имеет наибольшую теплоту сгорания :**

1. *Антрацит*

2. Каменный уголь

3. Бурый уголь

4. Торф

**7. Бурые угли классифицируются:**

1. *По влажности*

2. По зольности

3. По значению выхода летучих веществ

4. По внешнему виду

**8. Укажите назначение градирни:**

1. *Для охлаждения воды в циркуляционном контуре*

2. Для испарения воды

3. Для нагревания воды

4. Для механической очистки воды

**9. Как влияет увеличение влажности топлива на теплоту сгорания:**

1. Не влияет
2. Увеличивается
3. *Снижается*
4. Увеличивается пропорционально влажности

**10. Коэффициент избытка воздуха – это**

1. Отношение теоретического количества воздуха к действительному объему воздуха, подаваемого в топку

2. *Отношение действительного количества воздуха к теоретически необходимому*

3. Отношение выхода летучих веществ к теоретически необходимому объему воздуха для полного сгорания

4. Отношение действительного количества воздуха, подаваемого в топку для сжигания 1 кг топлива, к объему топки

**11. Укажите правильное соотношение для определения величины холодильного коэффициента  $\varepsilon$  парокомпрессионной холодильной установки:**

1.

2.

3.

4.

где  $q_0$  – количество теплоты, полученной хладагентом в охлаждающем объеме;  $q_1$  – количество теплоты, переданное хладагентом в конденсаторе.

**12. За счет каких факторов происходит естественная циркуляция воды и водяного пара в парогенераторе:**

1. Разности давлений
2. Разности температур воды и водяного пара
3. *Разности плотностей воды и водяного пара*
4. Атмосферного давления

**13. Укажите, в каком диапазоне изменяется температура воды и водяного насыщенного пара в парогенераторе с естественной циркуляцией:**

1. От 100 до 200 °С
2. *От 100 до 374 °С*
3. От 100 до 500 °С
4. От 100 до 101 °С

**14. Какую размерность имеет ПДК (предельно допустимая концентрация)?**

1. Вт/м<sup>3</sup>
2. А/м<sup>2</sup>
3. мг/м<sup>3</sup>
4. мг/с

**15. Укажите, для какой системы теплоснабжения подпитка наименьшая:**

1. Паровой с возвратом конденсата
2. Водяной зависимой с закрытым водоразбором
3. **Водяной независимой с закрытым водоразбором**
4. Паровой без возврата конденсата

**16. Какое из выражений определяет плотность теплового потока через однородную плоскую стенку в случае теплопередачи:**

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

где  $\Delta t$  – температурный напор;  $\alpha$  – коэффициент теплоотдачи;  $\delta$  – толщина стенки;  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности.

**17. Отличие высшей теплоты сгорания от низшей состоит в том, что**

1. **Высшая теплота сгорания учитывает теплоту конденсации водяных паров, а низшая не учитывает**
2. Низшая теплота сгорания учитывает теплоту конденсации водяных паров, а высшая не учитывает
3. Низшая теплота сгорания учитывает только ту теплоту, которая выделяется при горении горючих элементов топлива, а высшая – всех элементов топлива
4. Они равны

**18. Для каких котлов нормы качества питательной воды выше?**

1. Для барабанных
2. **Для прямоточных**
3. Для водогрейных
4. Для пароводогрейных

**19. От чего зависит температура воды в отопительных системах зданий и сооружений:**

- 1. Температура наружного воздуха**
2. Качество топлива
3. Плотность воды
4. Давление воды

**20. Укажите назначение деаэратора:**

- 1. Удаление газов из воды**
2. Нагревание воды
3. Получение сухого насыщенного пара
4. Получение перегретого пара

**21. Как называется замкнутый цикл тепловой машины, состоящий из двух изотерм и двух адиабат (изоэнтроп)?**

1. Цикл Ренкина
- 2. Цикл Карно**
3. Цикл Отто
4. Цикл Дизеля

**22. Как изменятся потери тепла с уходящими газами ( $q_2$ ) при увеличении коэффициента избытка воздуха в уходящих газах ( $\alpha_{yx}$ )**

1. Не изменятся
2. Уменьшатся
- 3. Увеличатся**
4. Сначала увеличатся, затем снизятся

**23. Определить количество теплоты  $Q$ , необходимое для нагрева 300 кг жидкости в дистилляционном кубе от 30 °С до 90 °С, если удельная теплоемкость этой жидкости равна 2,5 кДж/(кг·К):**

1.  $Q = 45$  кДж
2.  $Q = 450$  кДж
3.  $Q = 4500$  кДж
- 4.  $Q = 45000$  кДж**

**24. Рециркуляция продуктов сгорания применяется ...**

1. Для очистки продуктов сгорания после котла
2. Для регулирования температуры воздуха
3. Для подогрева питательной воды
- 4. Для регулирования температуры перегретого газа**

**25. В каких единицах измеряется ПДВ (предельно допустимый выброс)?**

1. Вт/м<sup>3</sup>
2. м/с
- 3. г/с**
4. А/м<sup>2</sup>

## 5. Шкала и критерии оценивания вступительного испытания

Для лиц, поступающих на обучение на базе высшего образования: вступительные испытания проводятся в соответствии с направленностью (профилем) родственных программ бакалавриата, программам специалитета, на обучение по которым осуществляется прием.

Вступительное испытание проводится в форме тестирования.

Результаты оцениваются по 100-балльной шкале. Максимальное количество баллов – 100, минимальное количество баллов, подтверждающее успешное прохождение вступительного испытания – 51.

Тест состоит из 25 вопросов весом по 4 балла. Соответствие количества набранных баллов количеству правильных ответов приведено в таблице:

Сумма баллов	Количество правильных ответов в тесте	Сумма баллов	Количество правильных ответов в тесте
4	1	56	14
8	2	60	15
12	3	64	16
16	4	68	17
20	5	72	18
24	6	76	19
28	7	80	20
32	8	84	21
36	9	88	22
40	10	92	23
44	11	96	24
48	12	100	25
52	13		

## 6 Учебно-методическое и информационное обеспечение для подготовки к вступительному испытанию по дисциплине

### *а) основная литература:*

1. Лебедев В.А. Основы энергетики: учебное пособие / В.А. Лебедев, В.М. Пискунов. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 140 с.
2. Логинов В.С. Примеры и задачи по тепломассообмену: учебное пособие / В.С. Логинов, А.В. Крайнов, В.Е. Юхнов, Д.В. Феоктистов, О.С. Шабунина. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 256 с.
3. Логунова О.Я. Водяное отопление: учебное пособие / О.Я. Логунова, И.В. Зоря. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 272 с.
4. Ляшков В.И. Нагнетатели, тепловые двигатели и термотрансформаторы в системах энергообеспечения предприятий: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / В.И. Ляшков. – Москва: ИНФРА-М, 2021. – 217 с.
5. Степанов О.А. Основы трансформации теплоты: учебник / О.А. Степанов, С.О. Захаренко. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 128 с.
6. Цирельман Н.М. Техническая термодинамика: учебное пособие / Н.М. Цирельман. – Санкт-Петербург: Лань, 2018. – 352 с.
7. Шибeko А.С. Газоснабжение: учебное пособие / А.С. Шибeko. – Санкт-Петербург: Лань, 2019. – 520 с.

8. Шкаровский А.Л. Газоснабжение. Использование газового топлива: учеб. пособие / А.Л. Шкаровский, Г.П. Комина. – СПб.: Лань, 2020. – 140 с.

**б) дополнительная литература:**

1. Алтухов И.В. Системы энергетики и энергосбережение: учеб. пособие / И.В. Алтухов. – Молодежный, 2019. – 96 с.

2. Бочкарев В.А. Определение расчетной нагрузки и годового отпуска теплоты коммунально-бытовым и технологическим потребителям. Гидравлический и тепловой расчет водяных тепловых сетей: учеб.-метод. пособие / В.А. Бочкарев, А.А. Кошелев, В.Д. Очиров. – Иркутск, 2019. – 69 с.

3. Котельные установки и парогенераторы: тепловой расчет котла КЕ-25-14С: учеб. пособие / В.А. Бочкарев, В.Д. Очиров. – 2023. – 102 с.

4. Методика расчета тепловой схемы котельной и определение себестоимости тепловой энергии: учеб.-метод. пособие / В.А. Бочкарев, В.Д. Очиров. – Иркутск, 2020. – 69 с.

5. Теплоснабжение животноводческого комплекса: учеб.-метод. пособие / В.Д. Очиров, В.А. Бочкарев. – Молодежный, 2021. – 59 с.

6. Эксплуатация и ремонт энергооборудования и систем энергообеспечения: учебное пособие / В.А. Бочкарев. – Молодежный, 2021. – Текст: электронный // Электронная библиотека Иркутского ГАУ.

**в) информационно-справочные и поисковые системы:**

1. Журналы: Теплоэнергетика; Электрические станции; Промышленная энергетика; Энергосбережение; Известия РАН. Серия: Энергетика и др.

2. Нормативно-технические материалы, своды правил, правила учета или использования, отраслевые документы.

## **7 Методические рекомендации по организации подготовки к вступительному испытанию по дисциплине**

Вступительный экзамен в магистратуру включает в себя вопросы по основам дисциплинам, входящих в образовательную программу по направлению подготовки 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника (уровень бакалавриата) в соответствии ФГОС ВО.

Вступительное испытание проводится в форме тестирования. Время, отводимое на вступительное испытание – 60 минут.

Претендовать на успешное прохождение вступительного испытания абитуриенты вправе при наборе от 51 и более баллов.

Результаты тестирования на вступительных испытаниях в магистратуру оценивает на закрытом заседании приемная комиссия в составе трех экзаменаторов, утвержденная приказом ректора вуза.

Условием подготовки к вступительному экзамену в магистратуру является предварительное ознакомление экзаменуемого с содержанием тем и вопросов, выносимых на вступительное испытание, а также с требованиями, предъявляемыми к процедуре вступительного испытания.

Прием на обучение в магистратуру и зачисление осуществляется согласно порядку приема на обучение по образовательным программам высшего образования в соответствии с приказом Минобрнауки России.